

水稻 冠水處理에 의한 生理的 特性的 品種間 差異

姜良淳* · 梁義錫* · 鄭鍊泰* · 鄭根植*

Effects of Flooding Treatment on Physiological Characteristics of Rice Cultivars

Yang Soon Kang*, Euy Seog Yang*, Yeun Tae Jung* and Gun Sik Chung*

ABSTRACT

To clarify the varietal differences of resistance to complete flooding, physiological characteristics in relation to flooding resistance in each growth stage of rice plants, the present study was carried out.

The rate of survival after flooding at seeding stage of rice plants of the cultivar "FR 13A" and Ind. X Jap. cultivars were 91.8% and 33.8% to 40%, respectively, while the Japonica varieties were completely dead. The tolerant varieties which has higher rate of survival showed the higher O₂ release, the higher catalase activity and lower peroxidase activity according to flooding treatment.

Japonica type varieties showed the higher elongation of plant during flooding, lower recovery of flooding damage and the abrupt decrease of yield according to the increase of flooding periods in comparison to Ind. X Jap. crossed varieties when they were flooded at the active tillering stage.

When rice plants were flooded at the booting stage, Ind. X Jap. crossed varieties had the higher photosynthesis, respiratory rate, root oxidizing power, ethylene evolution and lower yield reduction in comparison to Japonica varieties.

緒 言

벼는 通氣組織이 發達되어 大氣酸素를 뿌리까지 쉽게 移動시킬 수 있기 때문에 물논에서 잘 자라지만 植物體 全體가 물속에 잠기게 되면 酸素 缺乏으로 被害를 받게 된다. 그러므로 벼가 冠水 抵抗性을 갖기 위해서는 熱帶에서 栽培되는 浮稻처럼 季節의 으로 水深이 깊어짐에 따라 草長 伸長이 促進되어 水面을 벗어나거나 그렇지 않으면 水中에서도 잘 자라는 特性을 지녀야 할 것이다. 그러나 우리나라에 分布된 大小河川 下流의 浸冠水 常習地는 夏期 集中 豪雨에 따라 短期間에 그리고 不定期的으로 冠水되므로 浮稻 栽培地와는 條件이 다르다. 따라서

耐冠水性 品種의 生理的 特性을 究明하여 栽培의 措處를 取하거나 耐冠水性 因子 導入에 의한 新品種 育成이 바람직할 것이지만 아직까지 實用的으로 選拔된 品種은 없고 다만 品種間 冠水抵抗性의 差異는 있는 것으로 報告되어 있다. 3, 8, 12, 13, 14, 15) 그러나 이러한 冠水抵抗性은 冠水條件 및 稻體의 狀態에 따라 相異할 뿐만 아니라 浸冠水 現地 實態와 잘 一致되고 있지 않는 點¹⁶⁾에서 冠水抵抗性 判斷이 多少 漠然하여 浸冠水 常習地의 品種 選拔이 어려운 實情에 있다.

本 研究는 統一型品種과 日本型品種의 冠水抵抗性의 差異를 明白히 하기 위하여 生育段階別로 抵抗性과 關聯한 生理的 特性을 印度型品種으로서 冠水抵抗性이 極히 強한 "FR 13A"^{4,5)}와 比較하여 檢討하

*嶺南作物試驗場(Yeongnam Crops Experiment Station, Milyang 628-800, Korea) <88. 5. 2 接受>

었다.

材料 및 方法

1. 幼苗期 冠水處理

水耕栽培로 20日間 育苗하여 4日間 冠水處理한 後 冠水中 O_2 發生量, Peroxidase 및 Catalase 活性度를 測定하였고 8日間 冠水處理하여 品種間 根腐現象를 檢討하였다. 한편으로 Pot에 栽培한 25日 苗를 10日間 冠水處理한 뒤 10日間 被害를 回復시킨 後 苗生存率과 草長伸長을 調査하였다. 冠水處理는 水深 1m, 透光率 85% (清水), 溶存酸素 9ppm 으로 調節된 冠水施設에서 實施하였다. 冠水中 O_2 發生量은 葉先으로부터 發生되는 氣泡量을 測定하여 山田 方法¹¹⁾ 으로 換算하였고 冠水中 光合成에 의한 O_2 發生量의 精密度를 높이기 위하여 冠水時 大氣 分子狀 酸素의 葉面 附着을 줄였고 水温 上昇에 따른 溶存酸素의 氣化로 葉面 附着量을 줄이기 위하여 外部 水槽의 물을 조심스럽게 흘려 冠水中 恒溫을 維持시켰다.

2. 分蘖盛期 冠水處理

統一型品種 三剛벼와 伽椰벼, 日本型品種으로서 洛東벼와 蟾津벼를 1/548a Vat (38×48×9cm) 에 6月 1日 移秧하여 分蘖盛期까지 栽培하고 6月 30日 부터 透光率 約 47.6%의 濁水を 3, 5, 7, 9日間 씩 各各 冠水處理한 뒤 草長伸長 程度를 測定한 後 Vat를 除去한 흙채로 本畝에 移秧하여 被害回復 程度를 알기 위하여 草長과 收量을 調査하였다.

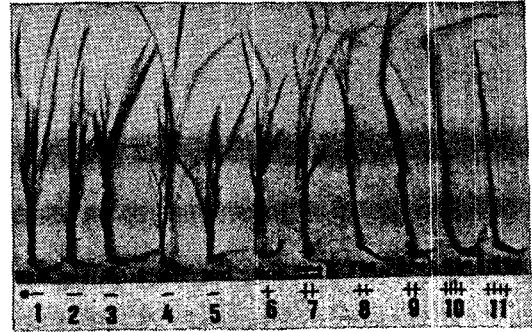
3. 穗孕期 冠水處理

三剛벼와 洛東벼를 5月 29日 1/2,600a Pot에 1株 1本씩 移秧하여 標準 管理한 後 出穗 10日 前에 透光率 75.8%, 溶存酸素 7.2 ppm, 水温 30°C의 물을 4日間씩 冠水處理하였다. 冠水處理 前後 澱糖, 光合成, 暗呼吸, 根酸化力 등을 農村振興廳 調査基準¹²⁾에 準하여 調査하였고 C_2H_4 發生量은 G. C. (Shimadzu 6A)로 하였다.

結果 및 考察

1. 幼苗期 冠水抵抗性

벼 浸冠水 被害常習地帶에서는 벼의 前作으로 栽培되는 밭作物에 의한 所得 比重이 크므로 벼는 晚



Tolerant check var. Susceptible check var.

*+ : Root rotten, - : Healthy

1. Samgangbyeo (Ind. X Jap. Var.)
2. Gayabyeo (Ind. X Jap. Var.)
3. FR 13A (Ind. Var.) 4. RD7 (Ind. Var.)
5. IR60 (Ind. Var.) 6. IR42 (Ind. Var.)
7. Kaodawkmal 105 (Ind. Var.)
8. Palgongbyeo (Jap. Var.)
9. Seomjinbyeo (Jap. Var.)
10. Nagdongbyeo (Jap. Var.)
11. Gwangmeongbyeo (Jap. Var.)

Photo 1. Varietal differences of root rotten degree in complete flooding at 20-day old seedling stage of rice plants.

植되는 수가 많다. 따라서 벼의 分蘖初期가 高温期에 오고, 浸冠水 被害가 助長되고 있다. 幼苗期 苗의 冠水抵抗性의 品種間 差異를 보기 위하여 水耕栽培로 뿌리를 健全하게 育苗하여 冠水處理에 의한 根腐現象를 본 結果는 寫眞 1에서와 같이 冠水抵抗性이 강한 對比 品種 "FR 13A"는 根腐障害가 全然 없었고 抵抗性이 弱한 對比 品種 "Kaodawkmal 105"^{4,5)}는 部分的으로 約干 검게 腐敗된 狀態를 나타내었으며, Indica 品種인 "RD7", "IR60"과 統一型品種인 "三剛" 및 "伽椰" 등은 "FR 13A"와 거의 같은 狀態로 健全하였으나 日本型品種인 "蟾津", "八公", "洛東", "光明" 등에서는 黑色으로 完全腐敗되었다. 또한 Pot 栽培下에서 25日間 育苗하여 10日間 冠水시키면 表 1에서와 같이 冠水抵抗性이 강한 "FR 13A"와 統一型品種 등은 冠水中 草長伸長이 느렸으나 抵抗性이 弱한 Kaodawkmal 105와 日本型品種 등은 草長異狀 伸長이 컸다. 그리고 冠水處理後 10日間 回復시켰을 때 苗生存率은 "FR 13A"가 91.7%로서 가장 높았고 草長伸長도 33.3cm로 回復된 反面에 冠水中 草長伸長이 컸던 "Kaodawkmal 105"와 日本型品種들은 冠水後에 모두 完全 枯死하였다. 한편 中間 程度의 抵抗性을 나타낸 統一型

Table 1. Changes of plant height during 10 days of flooding and the status after 10 days of recovery in 25 day-old rice seedlings.

Varieties	Plant height(cm)			After 10 days of recovery	
	Non flooded	Flooded	Differences	% of survival seedling	Plant height grown after flooding
			Ind. type		
FR 13A (Res. check var.)	47.1	45.4	-1.7	91.7	38.3
Kaodawkmali 105 (Susc. check var.)	44.3	47.7	3.4	0	-
			Jap. type		
Seomjinbyeo	34.1	43.3	9.2	0	-
Nagdongbyeo	35.8	51.2	15.4	0	-
			Ind. X Jap. type		
Samgangbyeo	37.3	32.7	-4.6	33.8	8.5
Gayabyeo	36.0	31.9	-4.1	40.0	8.8

品種들은 浸水後에 33.8~40.0%의 苗生存率을 보 이면서 8.5~8.8cm의 草長 回復을 보여 幼苗 冠水 抵抗性의 品種間 差異가 顯著하였다. 위와 비슷한 結果는 '84年 嶺試 報告¹⁵⁾에서도 34個 新品種의 幼苗(40日 苗) 冠水抵抗性 檢定 結果 統一型品種이 日本型品種보다 冠水抵抗性이 높은 것으로 報告되었고 崔¹⁾도 같은 結果를 報告하였다. 冠水抵抗性이 높은 品種은 冠水時 酸素를 放出하는 反面에 낮은 品種은 消耗하는 것으로 밝혀져 있으므로⁵⁾ 表 2 에서는 冠水中 稻體로부터 發生된 氣泡量으로 換算한 酸素 放出量과 이와 關聯되는 生化學的 特性을 알아 보기 위하여 Peroxidase(POD)와 Catalase의 活性 度를 보았다. 冠水抵抗性이 현저히 높은 "FR 13A"은 O₂ 發生量이 가장 많았고 Catalase 活性도 높았으며 POD는 낮은 特性을 보였다. 그리고 統一型品種 들은 日本型品種보다는 O₂ 發生量도 많았고 POD活

性도 낮았으나 Catalase 活性에서는 品種間 差異가 있어 "伽郎벼"는 높았지만 "三剛벼"는 오히려 日本型品種보다 낮았음에도 酸素 發生量도 많았고 冠水抵抗 性도 컸다. 이것은 벼가 glycolic acid를 CO₂로 酸化하는 過程(glycolic acid pathway)에서 生成되는 H₂O₂가 Catalase와 Peroxidase에 의해 分解될 때 酸素 生成量과 關聯性이 있을 것으로 생각된다. 즉 Catalase는 H₂O₂를 H₂O와 O₂로 分解시켜 O₂를 生成하는 反面에 POD는 H₂O₂를 H₂O로 分解시켜 O₂ 生成없이 H₂O₂ 量만 줄일 것이므로 O₂ 生成面 으로 보아 높은 POD 活性은 不利한 條件으로 作用 할 것으로 보인다.

2. 分蘖盛期 冠水抵抗性

幼苗期 冠水抵抗性이 낮은 品種은 冠水中 草長 異 狀 伸長이 컸고 冠水後 回復中 枯死하였는데 分蘖

Table 2. Varietal differences of O₂ release during flooding, and specific activity of peroxidase and catalase after 4 days of complete flooding of rice seedlings.

Varieties	*O ₂ release (μl/plant/day)	POD in root (Ux10 ⁻³ .mg of protein ⁻¹)	Catalase in leaves (U. mg of protein ⁻¹)
Seomjinbyeo(Jap. Var.)	175	52.4	203.5
Nagdongbyeo(Jap. Var.)	185	57.0	242.8
Samgangbyeo(Ind. XJap)	200	45.1	191.4
Gaybyeo (Ind. XJap)	200	49.2	266.8
FR 13A (Ind. Var.) (res : check var.)	425	38.0	299.5

*O₂ release was calculated by 11.3% of air bubbles evolved from the tip of leaves according to Yamada method¹¹⁾.

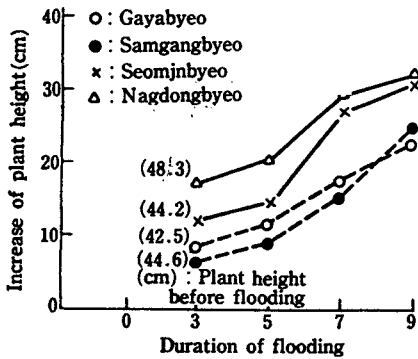


Fig. 1. Varietal differences of plant height elongation according to the flooding periods at the active tillering stage.

盛期 冠水處理에서도 日本型品種인 “洛東벼”와 “鎭津벼”가 統一型品種인 “三剛벼”와 “伽倻벼”보다 草長異狀伸長이 冠水日數別 處理에서 모두 컸고(그림 1), 葉은 늘어졌으며 冠水完了後 28日間 回復시켰을 때에는 日本型品種들의 伸長된 葉은 徐徐히 枯死하고 新葉 抽出은 대단히 느려서 7日 以上 冠水된 벼는 生育이 停滯되었다.

한편 統一型品種들도 冠水日數 增加에 따른 回復力은 떨어졌으나 日本型品種 보다는 回復力이 월등히 빨랐다. 따라서 冠水期間中 草長異狀伸長力이 큰 品種 일수록 冠水後 被害回復이 느렸다(그림 2) 이러한 特性은 熱帶深水地에서 잘 자라는 浮稻와는 달리 一般栽培稻의 冠水抵抗性 檢定으로 利用되고

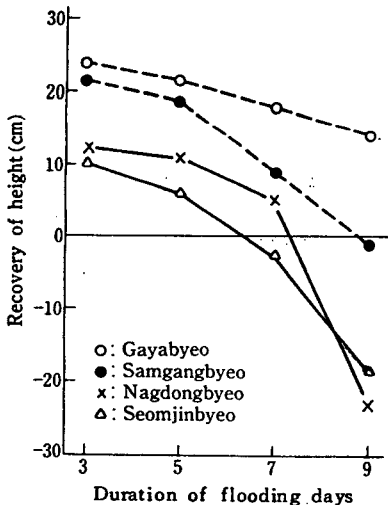
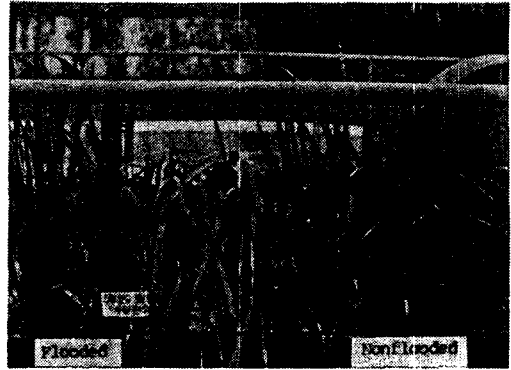


Fig. 2. Varietal differences of plant height recovery after flooding at the active tillering stage.



A : Samgangbyeo(Ind. X Jap.)
B : Gayabyeo(Ind. X Jap.)
C : Seomjinbyeo(Jap. Var.)
D : Nagdongbyeo (Jap.)

Photo 2. Varietal differences of plant height elongation during complete flooding at the active tillering stage of rice

2.4.5.6.9.10) 있다. 특히 우리나라의 短期冠水下에서는 葉身, 葉鞘의 異狀伸長으로 밀으로 처진葉은 冠水中 양금 附着量이 많게되므로 光合成面에서 不利할 뿐만 아니라 葉무게 增加로 退水時 地面에 달라 붙어 機能的 障害를 더 받게 되어 生育回復에 더욱 不利한 特性이 될 수 있다. (사진 2) 冠水期間中 草長伸長이나 冠水後 被害回復은 收量과도 直結되어 그림 3에서와 같이 日本型品種이 統一型品種보다 減收가 컸다. 統一型品種은 日本型品種보다 品種固有의 潛在生産力이 크지만¹⁷⁾ 冠水日數 增加에 따른 減收 反應을 보더라도 9日間 冠水에서 “洛東벼”와 “鎭津벼” 등은 統一型品種인 “三剛벼”와 “伽倻벼”보다 急激히 減收하였다. 이 結果로 보면 分蘖盛期 冠水抵抗性의 品種間 差異가 明確히 區分되었다.

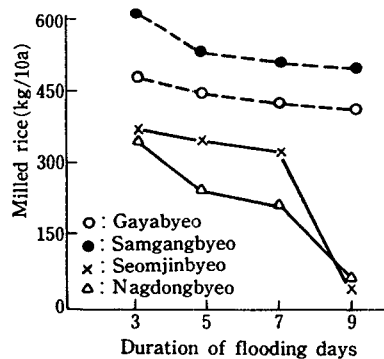


Fig. 3. Varietal differences of yield in milled rice affected by the duration of flooding days at the active tillering stage.

Table 3. Comparison of sugar and starch content, photosynthesis, dark respiration, α -naphthylamine oxidizing power and C_2H_4 evolution of rice varieties as affected by 4 days of flooding at the booting stage.

Varieties	Sugar & Starch(%)		Photosynthesis (CO_2 , mg/ hr./pot)	Respiration (CO_2 , mg/ hr./pot)	C_2H_4 (nl.g.F.W. ⁻¹ hr. ⁻¹)	Root oxidizing power (μ g.g.F.W. ⁻¹ hr. ⁻¹)
	Before flooding	After flooding				
Samgangbyeo	24.5	12.3	124.6	22.6	0.53	52.4
Nagdongbyeo	22.2	11.3	73.6	17.0	3.74	26.0

Table 4. Varietal difference of recovery of damage after flooding at the booting stage of rice plant.

Varieties	No. of panicles/hill		Heading date	Delay. of heading date (%)	Ripened grain rate (%)	Grain yield (g/pot)	% of yield reduction (%)
	from Original tiller	Upper tiller					
Samgangbyeo	3.7	26.7	Aug.24	20	80.8	35.2	34
Nagdongbyeo	0	23.7	Sept.6	28	64.5	9.3	79

3. 穂孕期 冠水抵抗性

水分 要求量이 높은 穂孕期에 冠水處理하여 品種間 生理的 差異를 보면 表 3에서와 같이 統一型인 “三剛벼”는 日本型인 “洛東벼”보다 冠水處理 前後 植物體中 澱粉과 糖含量은 약간 높았으나 消耗量에는 별 差異가 없었던 點으로 보아 呼吸基質中 澱粉과 糖 消耗面에서 有利하다고는 볼 수 없었다. 그러나 光合成速度가 현저히 높았고 呼吸率도 높았을 뿐만 아니라 뿌리活力도 현저히 높았으며 生育 抑制作用을 갖는 에틸렌 生成量도 적어서 冠水後의 回復이 促進될 수 있는 生理的 特性을 나타내었다. 또한 冠水處理 回復狀態를 보아도 表 4에서와 같이 “三剛벼”는 “洛東벼”보다 冠水當時 莖의 生存數도 많았고 枯死莖으로부터 再生된 高位節分蘖 이삭數도 많았다.

그리고 出穗도 “三剛벼”가 約 8日程度 빨랐고 無冠水에 비하여 “洛東벼”는 79% 減收된데 비하여 “三剛벼”는 34%로서 현저한 差異를 보였다.

摘 要

統一型品種과 日本型品種間의 浸冠水抵抗性 差異를 明確히 하고자 幼苗期, 分蘖盛期 및 穂孕期에 各 冠水處理하여 冠水抵抗性과 關聯한 生理 生化學的 特性을 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 幼苗期 冠水處理로 苗生存率은 “FR13A”가 91.8%, 統一型品種들이 33.8~40% 인데 비하여 日本型品種들은 完全 枯死하였으며 苗生存率이 높은 品

種 일수록 冠水中 O_2 發生量이 높았고 POD活性은 낮았으며 Catalase 活性은 높은 傾向이었다.

2. 分蘖盛期 冠水處理로 日本型品種들은 統一型品種들 보다 冠水期間中 草長 異狀 伸長이 顯著하였고 冠水後 草長回復이 느렸으며 冠水日數가 增加됨에 따라 收量 減少도 急激하였다.

3. 穂孕期 冠水處理로 統一型品種들은 日本型品種들 보다 光合成, 暗呼吸, 根酸化力이 높았고 에틸렌 生成量은 낮은 特性을 보였으며 減收率도 낮았다.

引用 文 獻

1. 崔相鎮. 1983. 浸水處理가 水稻의 生育 및 稔實障害에 미치는 影響. 韓作誌. 28(1): 100~106.
2. Gomosta, A.G., M.M. Hossain and M.Z. Haque. 1981. Screening method for submergence tolerant in rice in Bangladesh. Proceedings of the 1981 international deepwater rice workshop. Los Banos, Laguna, Philippines. 243-248. in IRRI.
3. 湖南作物 試驗場. 1980. 冠水抵抗性에 關한 試驗. 湖南作物試驗場 報告書. 170~171.
4. International rice research institute. 1985. Factors affecting elongation of deepwater rice under submergence. IRRI annual report. 92-94.
5. Mazaredo, A.M. and B.S. Vergara. 1981. Physiological differences in rice varieties

- tolerant of and susceptible to complete submergence. Proceedings of the 1981 international deepwater rice workshop. Los Banos, Laguna, Philippines. 327-341 in IRRI.
6. 大谷義雄・白木實. 1942. 水稻品種に於ける冠水抵抗性の検定方法に就いて(豫報). 日作記, 13(3-4): 285~290.
 7. 農村振興序. 1983. 農事試験研究調査基準. 農村振興廳, 水原. pp.141.
 8. 孫洋・金純哲・李壽寬・鄭根植. 1987. 벼冠水抵抗性の品種間差異와被害輕減에 관한研究 農試論文集 29(1): 81~91.
 9. Supapoj, N., C. Frechachat, and K. Kupkanchanakul. 1978. Screening for flood tolerant in the field. Proceedings of the 1978 international deepwater rice workshop. Los Banos, Laguna, Philippines. 135-138 in IRRI.
 10. Weerapat, P. and P. Woraniman. 1974. Varietal difference in ability of 10-day old rice seedling to survive submergence. SABRAO J. 6(2): 147-150.
 11. 山田登. 1959. 水稻冠水抵抗に關する生理的研究. 農業技術研究報告 D: 8: 1~10.
 12. 嶺南作物試驗場. 1972. 浸水抵抗性試驗. 嶺南作物試驗場報告書. 619~624.
 13. _____. 1973. 浸水抵抗性試驗. 嶺南作物試驗場報告書. 94~95.
 14. _____. 1983. 水稻主要生育時期別浸冠水が生育 및 數量에 미치는影響. 嶺南作物試驗場報告書(水稻植物環境研究): 692~697.
 15. _____. 1984. 水稻主要生育時期別浸冠水が生育 및 數量에 미치는影響. 湖南作物試驗場報告書(水稻植物環境研究): 321~331.
 16. _____. 1986. 浸冠水는 再移秧判斷基準試驗. 嶺南作物試驗場報告書(水稻植物環境研究): 516~522.
 17. _____. 1987. 永年無肥栽培에서水稻品種의生産性究明. 嶺南作物試驗場報告書(水稻植物環境研究): 480~481.